



**Universidade de Aveiro** Departamento de Química  
Ano 2013/2014

**Victorina Nzembani  
Lufilakio**

**Validação dos Planos HACCP de uma Linha de  
Enchimento a Quente**





**Victorina Nzembani  
Lufilakio**

**Validação dos Planos HACCP de uma Linha de  
Enchimento a Quente**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia, ramo Biotecnologia Alimentar, realizada sob a orientação científica do Doutor Jorge Manuel Alexandre Saraiva, Investigador auxiliar do Departamento de Química da Universidade de Aveiro e sob a orientação profissional da Engenheira Patrícia Isabel Vaz Veríssimo da Sumol+Compal Marcas S.A. – Unidade de Almeirim.



## **o júri**

Presidente

**Professor José António Teixeira Lopes da Silva**  
professor auxiliar do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

**Professora Ivonne Delgadillo Giraldo**  
professora associada com agregação do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

**Doutor Jorge Manuel Alexandre Saraiva**  
investigador auxiliar do Departamento de Química da Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Aos meus pais, por todo o apoio e pelos sábios conselhos que me deram durante todo o percurso académico e porque fizeram o (im)possível para que eu pudesse viver esta experiência tão enriquecedora;

Aos meus irmãos, que são a minha inspiração para ser um bom exemplo a seguir e que me acompanham nesta caminhada;

A todos os meus amigos e familiares, pela convivência, preocupação e palavras de encorajamento;

À Universidade de Aveiro, onde passei os últimos anos da minha vida e da qual guardo ótimas vivências e recordações;

Ao Doutor Jorge Saraiva, pela orientação científica, transmissão dos seus conhecimentos e pela atenção e simpatia com que recebeu durante as minhas idas à Universidade de Aveiro;

À Sumol+Compal, por ter sido aceite neste estágio curricular que termina mais uma etapa da minha vida;

À Engenheira Elsa Carvalho e Doutora Carmen Pinheiro, por proporcionarem a oportunidade de realizar este estágio, por me terem integrado na sua equipa de trabalho na Sumol+Compal – Almeirim e pela atenção e simpatia demonstradas ao longo deste tempo de convivência;

À Engenheira Patrícia Veríssimo, minha orientadora, pelos seus ensinamentos, orientação e acompanhamento na empresa, pela amizade, preocupação e motivação transmitidas durante a realização do trabalho e convivência;

Às companheiras de trabalho, da hora do almoço e do café, Doutora Inês Silva, Engenheira Ana Martinho, D. Emília Bento, Engenheira Andreia Antunes, Engenheira Maria de Jesus Mestre, Engenheira Elisabete Alves e Catarina Nunes, pelas oportunidades de aprendizagem, companheirismo, amizade, simpatia, risadas, resumindo, por tornarem cada dia mais animado;

A todas as pessoas da unidade fabril da Sumol+Compal Almeirim, que tive a oportunidade de conhecer e conviver, agradeço o acolhimento e a disposição em ajudar no que foi necessário, especialmente às pessoas da área técnica onde passei a maior parte do tempo e me senti muito acarinhada.





**palavras-chave**

Validação de HACCP, avaliação de risco microbiológico, segurança alimentar, HACCP, controlo alimentar

**resumo**

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular realizado na empresa Sumol+Compal Marcas S.A., mais concretamente na unidade fabril de Almeirim. O principal objetivo deste trabalho foi proceder à validação da linha de enchimento a quente em vidro e mais especificamente ao produto Compal Clássico Néctar Tutti-frutti, no formato vidro 0,2 L. No processo de validação analisaram-se os resultados referentes aos lotes de Compal Clássico Néctar Tutti-frutti produzidos em 2013, que integram o histórico da empresa e para o seu tratamento estatístico recorreu-se a gráficos 2D, cartas de controlo de Shewhart de indivíduos e histogramas.

Os resultados foram discutidos de acordo com a informação técnica recolhida na empresa e, igualmente, com base científica disponível para a indústria de bebidas. Os resultados microbiológicos foram discutidos, adicionalmente, com recurso ao diagrama de Ishikawa.

A verificação do sistema de gestão de reclamações não reportou quaisquer reclamações referentes ao Compal Clássico Néctar Tutti-frutti que, juntamente, com a análise dos resultados tendo em conta a informação técnica e científica, permitiram comprovar a eficácia das medidas de controlo adotadas ao longo do processo produtivo e do produto em estudo.



**keywords**

HACCP validation, microbiological risk assesment, food safety, HACCP, food control

**abstract**

This work was developed under curricular internship in the company Sumol+Compal Marcas S.A. specifically in Almeirim plant. The main objective of this work was to proceed with the validation of the warm filling line of 0.2 L glass of Compal Classic Tutti-frutti Nectar. In the validation process were analyzed the results of the lots of Compal Classic Tutti-frutti Nectar produced in 2013 that integrate the company history and for its statistical treatment were used 2D charts, Shewhart control charts for individuals and histograms.

The results were discussed according to the technical information gathered in the company and also with scientific basis available for the beverage industry. Microbiological results were discussed additionally using the Ishikawa diagram.

The verification of complaints management system reported no complaints regarding Compal Classic Tutti-frutti Nectar which together with the analysis of the results considering technical and scientific information allowed to prove the efficacy of control measures adopted during production process and product in study.



## Índice

1.	Enquadramento e Objetivos Gerais .....	1
2.	Introdução.....	3
2.1.	Perspetiva histórica sobre HACCP .....	3
2.2.	Boas Práticas e Pré-requisitos HACCP .....	4
2.2.1.	Considerações gerais sobre Higiene, Segurança Alimentar e Boas Práticas .....	4
2.2.2.	Potenciais Fontes de Contaminação .....	5
2.2.3.	Microflora de Sumos, Néctares e Refrigerantes .....	7
3.	Metodologia HACCP .....	9
3.1.	Estudo HACCP .....	9
3.2.	Plano HACCP .....	10
3.3.	Avaliação do Plano e do Sistema HACCP .....	13
3.4.	Validação do Plano HACCP .....	14
3.4.1.	Considerações gerais sobre Validação.....	14
3.4.2.	Métodos de Validação.....	15
3.4.2.1.	Cartas de controlo .....	19
3.4.2.2.	Diagramas de Ishikawa.....	21
3.4.3.	Documentação de suporte para Validação .....	22
3.5.	Verificação do Sistema HACCP .....	24
3.6.	Reavaliação do Sistema HACCP e Revalidação do Plano HACCP .....	24
3.7.	Regulamentação e Auditorias.....	24
4.	Trabalho desenvolvido no âmbito do estágio.....	27
4.1.	Caso de estudo: Linha de Enchimento a Quente em Vidro do Compal Clássico Néctar Tutti-frutti no formato 0,2 L .....	27
4.1.1.	Técnicas e Métodos .....	27
4.1.2.	Validação dos planos HACCP .....	27
4.1.2.1.	Etapa de abertura e formulações .....	28
4.1.2.1.1.	Produto formulado .....	28
4.1.2.1.2.	Pasteurização .....	29
4.1.2.1.3.	Zaragatoas às mãos .....	29
4.1.2.2.	Etapa de enchimento a quente em embalagem de vidro.....	31
4.1.3.	Verificações de higiene e pré-requisitos .....	31
5.	Conclusão.....	33
6.	Outras atividades desenvolvidas durante o estágio .....	35
7.	Referências Bibliográficas .....	37



## Índice de Figuras

Figura 1. Logótipo da empresa Sumol+Compal Marcas S.A.....	1
Figura 2. Princípios HACCP e programa de pré-requisitos. ....	5
Figura 3. Exemplo de uma carta de controlo. ....	20
Figura 4. Exemplo de um diagrama de Ishikawa. ....	22
Figura 5. Carta de controlo da acidez do Compal Clássico Néctar Tutti-frutti em todas as cargas de formulações. ....	28
Figura 6. Resultados da acidez e os respetivos limites do PIE: limite inferior (---) e limite superior (—).....	28
Figura 7. Registos da monitorização da temperatura de pasteurização pelo Controlo da Qualidade e os respetivos limites do PIE: temperatura de pasteurização-alvo (---), temperatura máxima (····), temperatura mínima (—) e temperatura crítica a nível de segurança alimentar (—). ....	29
Figura 8. Contagem de microrganismos mesófilos totais em zaragatoas realizadas às mãos dos operadores da secção de formulações antes da higienização das mãos e o respetivo limite do PIE (—).....	30
Figura 9. Contagem de microrganismos mesófilos totais em zaragatoas realizadas às mãos dos operadores da secção de formulações após a lavagem das mãos e o respetivo limite do PIE (—). ....	30
Figura 10. Diagrama de Ishikawa para os resultados microbiológicos das zaragatoas às mãos dos operadores. ....	31





## **Índice de Tabelas**

Tabela 1. Caraterização dos perigos biológicos/microbiológicos. ....	6
Tabela 2. Caraterização dos perigos químicos. ....	6
Tabela 3. Caraterização dos perigos físicos. ....	7
Tabela 4. Caraterização microbiológica, química e física ao longo do processo de produção dos sumos, néctares e refrigerantes S+C - unidade de Almeirim. ....	7
Tabela 5. Fórmulas de cálculo dos limites de uma carta de controlo de Shewhart para valores padrão conhecidos. ....	21



## Abreviaturas e Siglas

$a_w$	Atividade da água
BPA	Boas Práticas Agrícolas
BPF	Boas Práticas de Fabrico
BPH	Boas Práticas de Higiene
BRC	British Retail Consortium
CAC	Codex Alimentarius Commission
CQ	Controlo da Qualidade
FDA	Food and Drug Administration
FSIS	Food Safety and Inspection Service
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Points
ISO	International Organization for Standardization
MP	Matéria-Prima
ME	Material de Embalagem
NACMCF	National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NPCC	Não é Ponto Crítico de Controlo
PCC	Ponto Crítico de Controlo
PIE	Plano de Inspeção e Ensaio
SPCC	Sim é Ponto Crítico de Controlo
UFC	Unidades Formadoras de Colónias



## 1. Enquadramento e Objetivos Gerais

Ao longo dos anos, a crescente preocupação pela saúde pública, no que diz respeito à higiene e segurança dos alimentos, levou à criação de normas no setor alimentar que previnem e minimizam os riscos de contaminação alimentar. Esta temática é a base do Sistema de Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos, do inglês *Hazard Analysis Critical Control Points* (HACCP), que deve ser implementado em toda a cadeia do setor alimentar.

O presente trabalho, cujo principal objetivo foi a Validação do Plano HACCP de uma Linha de Enchimento a Quente em Embalagens de Vidro 0,2 L do Compal Clássico Néctar Tutti-frutti realizou-se no âmbito do mestrado em Biotecnologia Alimentar, sob a forma de estágio curricular em ambiente empresarial.

O estágio foi realizado na empresa Sumol+Compal Marcas S.A., Figura 1, mais concretamente na unidade fabril de Almeirim. Esta empresa de bebidas não alcoólicas resulta da união de duas marcas portuguesas conceituadas, com mais de 50 anos, reconhecidas a nível nacional e internacional.



**Figura 1.** Logótipo da empresa Sumol+Compal Marcas S.A..

Na unidade fabril de Almeirim são produzidos sumos, néctares e refrigerantes da marca Compal (Essencial, Clássico, Vital antiox, Light e Fresh), Um Bongo, Gud concentrado, Citro, B! e Lipton Ice Tea. Nesta unidade também se produzem vegetais enlatados e derivados de tomate, processa-se e produz-se concentrado de tomate e polpas de fruta, perfazendo um total de 19 linhas de enchimento. Além desta unidade, a Sumol+Compal possui ainda mais 3 unidades industriais em Portugal, sendo que uma se situa em Pombal, responsável pela produção das marcas Lipton Ice Tea, Sumol, Seven UP, Pepsi, entre outras.

Nas restantes fábricas realiza-se o enchimento de água mineral natural gasocarbónica da marca Frize, em Vila Flor e em Gouveia, ocorre o enchimento da água de nascente “Serra da Estrela”.

Fora de Portugal, a empresa possui uma fábrica em Moçambique onde são produzidas algumas variedades dos sumos das marcas Gud e Compal.

A empresa Sumol+Compal possui certificação ISO 9001:2008 e, mais concretamente, a unidade de Almeirim tem certificação BRC no âmbito da formulação e enchimento assético de polpa de fruta pasteurizada em PET assético e sumos, néctares e refrigerantes embalados em cartão laminado, e derivados de tomate embalados em vidro e cartão laminado.

O interesse por esta proposta de estágio foi com o intuito de aprofundar os conhecimentos sobre Higiene e Segurança Alimentar com aplicação em ambiente empresarial, permitindo simultaneamente conhecer a estrutura organizacional da Sumol+Compal (a equipa, visão, missão e valores), a inserção e o auxílio nas atividades da mesma, além de experienciar o trabalho de equipa, cooperação e desenvolver competências como o espírito crítico e tomada de decisão.

Por motivos de confidencialidade, o tratamento e discussão dos resultados apresentados neste trabalho são usados a título de exemplo, ilustrando cada método adotado para se proceder à validação dos planos HACCP da linha de enchimento e do produto em estudo, uma vez que a informação real que constitui o relatório original de validação se encontra na empresa e foi apresentado ao júri para avaliação.

## 2. Introdução

### 2.1. Perspetiva histórica sobre HACCP

O HACCP foi um sistema inicialmente concebido nos EUA, entre as décadas de 50/60, numa parceria entre a empresa americana Pillsbury, a NASA, os laboratórios do Exército americano em Natick e o laboratório de projetos do grupo das Forças Aéreas Espaciais norte americanas, com o objetivo de desenvolver técnicas seguras de fornecimento de alimentos para os astronautas, no espaço, livres de contaminações bacterianas, virais, toxinas e perigos físicos e químicos.<sup>1</sup>

Contudo, a aplicação e reconhecimento da importância deste sistema para o controlo alimentar não ocorreu de imediato, na medida em que só a partir dos anos 90, época em que a Comissão do *Codex Alimentarius*, mais concretamente, o Comité do Codex sobre a Higiene Alimentar adotou as diretivas referentes a este assunto.<sup>2</sup>

Entretanto, o Comité Nacional Consultivo sobre os Critérios Microbiológicos para Alimentos, do inglês *National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods* (NACMCF) adotou novas recomendações sobre os princípios do HACCP e no seu guia de aplicação, o sistema HACCP ficou definido como uma abordagem sistemática para a identificação, avaliação e controlo dos perigos para segurança alimentar com base em sete princípios que serão referidos mais adiante.<sup>3,4</sup>

Mais tarde, em 2004, o Conselho do Parlamento Europeu estabeleceu no Regulamento nº 853/2004 que os requisitos do sistema HACCP deveriam contemplar os sete princípios que constavam no *Codex Alimentarius*, declarando a obrigatoriedade e aplicação direta em todos os Estados Membros, a partir de 1 de Janeiro de 2006.<sup>5</sup>

Assim sendo, o sistema HACCP tem sido implementado ao longo do tempo, em diversos setores alimentares com o objetivo de prevenir e/ou minimizar a probabilidade dos riscos de contaminação alimentar para a população em geral, envolvendo todas as etapas do processo de produção até ao consumidor final, através da adoção de medidas corretivas e do controlo dos riscos.<sup>1,6</sup>

Portanto, os sete princípios fundamentais estabelecidos para a metodologia HACCP referidos anteriormente são:

- Princípio 1: Análise dos perigos;
- Princípio 2: Determinação dos Pontos Críticos de Controlo (PCC's);

- Princípio 3: Determinação dos limites críticos;
- Princípio 4: Estabelecimento de procedimentos para monitorizar os PCC's;
- Princípio 5: Estabelecimento das ações corretivas;
- Princípio 6: Estabelecimento de procedimentos de verificação;
- Princípio 7: Estabelecimento da documentação relativa aos procedimentos a adotar e controlo de registos.<sup>2,4</sup>

A implementação do HACCP permite aumentar o nível de confiança na segurança alimentar por parte do consumidor, melhorar a gestão de recursos e a resposta aos eventuais problemas que podem surgir.<sup>6</sup>

## **2.2. Boas Práticas e Pré-requisitos HACCP**

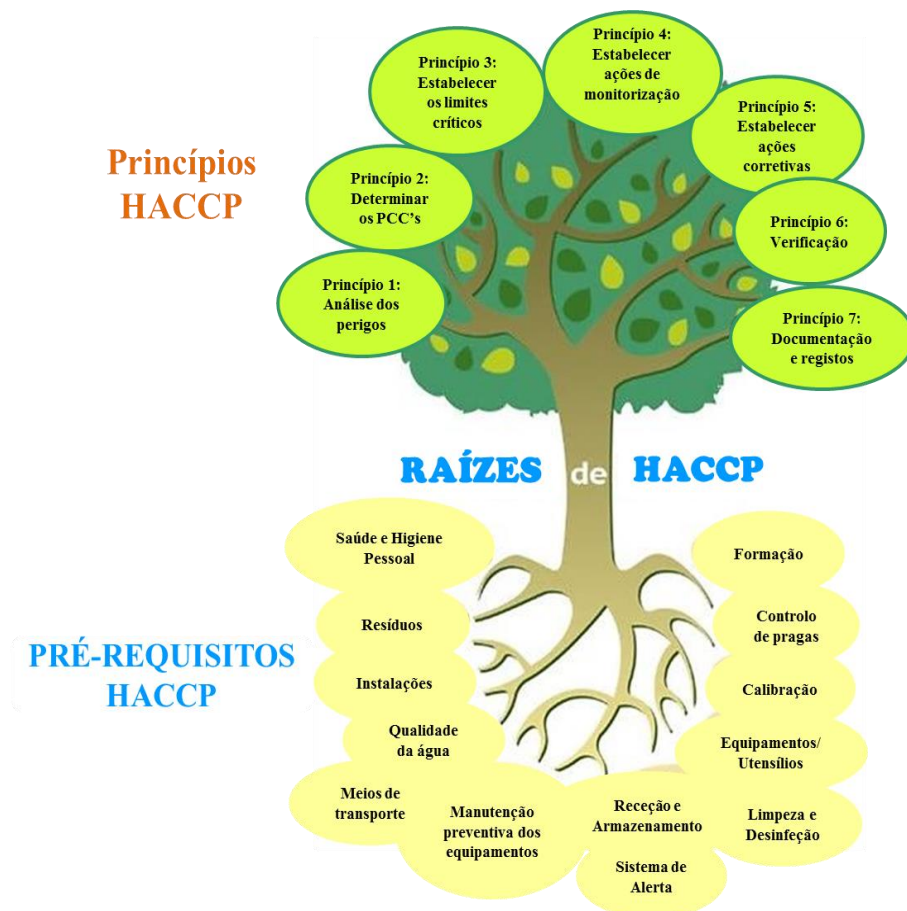
### **2.2.1. Considerações gerais sobre Higiene, Segurança Alimentar e Boas Práticas**

A higiene é a prática de limpeza e desinfeção de equipamentos, utensílios e instalações onde os alimentos são manuseados, de forma a garantir a sua salubridade em todas as etapas da cadeia alimentar, enquanto, que a segurança é o conjunto de regras que visa diminuir o possível risco de contaminações e que inclui a parte da higienização. Logo, entende-se por alimento seguro, aquele que foi tratado adequadamente em todos os passos, desde a produção até ao seu consumo, e que é pouco provável ser causador de doença ou ferimento ao consumidor quando é preparado de acordo com o uso pretendido.<sup>7</sup>

Compete às empresas a implementação das normas reguladoras que garantam a segurança alimentar e a elaboração de guias que expliquem de forma detalhada aos operadores os procedimentos necessários para aplicar as boas práticas e os princípios HACCP. Todavia, também é imputada alguma responsabilidade ao consumidor, uma vez que é ele que vai acondicionar e confeccionar os géneros alimentícios numa fase posterior à distribuição.<sup>8</sup>

As Boas Práticas de Higiene, Fabrico e Agrícolas (respetivamente BPH, BPF e BPA) estão inseridas no programa de pré-requisitos que fornece as bases para uma efetiva aplicação do HACCP, Figura 2, portanto devem ser aplicados previamente ao desenvolvimento e implementação do plano HACCP.<sup>7</sup>





**Figura 2.** Princípios HACCP e programa de pré-requisitos.<sup>9</sup>

Para a verificação do cumprimento dos pré-requisitos HACCP recorre-se a listas de verificação, do inglês *checklists*, com base num fluxograma do processo de produção e nas especificações do produto, permitindo avaliar o nível de conformidade com as exigências regulamentares.<sup>10</sup>

### 2.2.2. Potenciais Fontes de Contaminação

Os perigos sanitários que podem ser veiculados pelos alimentos, ao longo de toda a cadeia alimentar, podem ser agrupados em três categorias principais, como biológicos/microbiológicos, Tabela 1, químicos, Tabela 2, ou físicos, Tabela 3, e classificados consoante a sua natureza.<sup>8</sup>

Os perigos biológicos/microbiológicos são os mais importantes no setor alimentar, pois representam maior risco à inocuidade dos alimentos, contribuindo para a maioria das causas de doenças de origem alimentar.<sup>11</sup>

Os microrganismos podem ocorrer naturalmente no ambiente onde os alimentos são produzidos e, que poderão vir a ser a matéria-prima nas unidades fabris, mas por outro lado, também podem estar associados à manipulação dos alimentos pelos próprios operadores, processamento inadequado ou mau acondicionamento. No entanto, o

desenvolvimento de muitos microrganismos pode ser controlado pela aplicação das BPA, BPH e BPF ou podem ser inativados por processos térmicos.<sup>6,11</sup>

**Tabela 1.** Caracterização dos perigos biológicos/microbiológicos.<sup>8,11,12</sup>

Perigos biológicos/microbiológicos	Exemplos
<b>Bactérias patogênicas ou potencialmente patogênicas</b>	<i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Mycobacterium sp.</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Campylobacter coli</i> , <i>Shigella spp.</i> , <i>Brucella spp.</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Vibrio vulnificus</i>
<b>Vírus</b>	Hepatite A, Norovírus, Reovírus, Coronavírus, Rotavírus, Astrovírus, entre outros
<b>Parasitas patogênicos (o homem pode ser o hospedeiro)</b>	<i>Tenia solium</i> , <i>Fasciola hepática</i> , <i>Anisakis spp.</i> , <i>Trichinella</i> , <i>Giardia</i> , <i>Cyclospora</i> , <i>Toxoplasma</i> , <i>Entamoeba</i> , <i>Cryptosporidium parvum</i>
<b>Fungos</b>	Bolores e leveduras

As contaminações químicas, de um modo geral podem ocorrer durante o processamento do alimento ou ocorrer naturalmente na própria matéria-prima como é o caso da formação de micotoxinas ou pela utilização de pesticidas.

**Tabela 2.** Caracterização dos perigos químicos.<sup>8,11,12</sup>

Perigos químicos	Exemplos
<b>Substâncias proibidas</b>	Alguns antibióticos, hormonas anabolizantes, tireostáticos, $\beta$ -agonistas
<b>Resíduos de medicamentos</b>	Antibióticos, sulfamidas, pesticidas (piretroides, organofosforados)
<b>Pesticidas químicos (contaminantes da cadeia alimentar)</b>	Inseticidas, rodenticidas, fungicidas, herbicidas, reguladores de plantas, entre outros.
<b>Metais pesados (contaminantes da cadeia alimentar)</b>	Chumbo, Mercúrio, Cádmio, Arsénio
<b>Outros contaminantes da cadeia alimentar (poluentes)</b>	Dioxinas, dibenzofuranos, bifenilos policlorados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, fertilizantes
<b>Alergênicos e Intolerâncias</b>	Frutos de casca rija, leite, glúten, lactose
<b>Substâncias indesejáveis de ocorrência natural</b>	Micotoxinas, toxinas dos cogumelos, alcaloides dos vegetais, glucosídeos cianogênicos, fitatos, oxalatos, fatores anti-vitamínicos
<b>Aditivos alimentares (quando utilizados em excesso)</b>	Conservantes, corantes, edulcorantes, estabilizantes, aromatizantes, acidificantes, antioxidantes
<b>Organismos Geneticamente Modificados</b>	Soja, milho, arroz, tomate, entre outros.
<b>Outros</b>	Óleos, gasolinas, lubrificantes, produtos de limpeza e desinfecção, material de embalagem primário

Os objetos estranhos, geralmente, não fazem parte da composição do alimento sendo introduzidos por falhas durante o fabrico e manipulação. As contaminações físicas por estes corpos estranhos podem causar danos ou ferimentos e devem ser controlados pelas boas práticas.

**Tabela 3.** Caraterização dos perigos físicos.<sup>8,11,12</sup>

Perigos físicos	Exemplos
<b>Vidro</b>	Fragmentos de vidro de garrafas, lâmpadas, janelas
<b>Madeira</b>	Lascas de madeira provenientes da produção primária, paletes, caixas
<b>Plástico</b>	Embalagens, equipamentos
<b>Metais</b>	Fragmentos de metais, equipamentos, operadores
<b>Areia, terra e pedras</b>	Produção primária, material de construção
<b>Isolamento/Revestimento</b>	Material de construção
<b>Objetos de uso pessoal</b>	Adornos
<b>Outros</b>	Isótopos radioativos, alimentos muito quentes, unhas, cabelos, pensos

### 2.2.3. Microflora de Sumos, Néctares e Refrigerantes

É necessário considerar mais especificamente, o tipo de perigos que se esperam encontrar na fruta e nos sumos, néctares e refrigerantes, Tabela 4, na medida em que este trabalho irá incidir sobre uma linha de enchimento da fábrica de líquidos, da unidade fabril Sumol+Compal (S+C) de Almeirim.

Os perigos que podem surgir durante o fabrico das bebidas não alcoólicas acima referidas à partida serão limitados se as BPH, BPF e BPA forem cumpridas, aliado ao facto dos seus valores de pH serem geralmente baixos e ao posterior tratamento térmico por pasteurização, garantindo uma maior segurança.<sup>12</sup> Mas, isso não invalida a realização de um controlo adequado de todas as etapas do processo produtivo, pois são produtos que contêm água, açúcar, vitaminas, concentrado de frutos, entre outros constituintes, que podem representar um ambiente propício para o crescimento microbiano.<sup>6</sup>

**Tabela 4.** Caraterização microbiológica, química e física ao longo do processo de produção dos sumos, néctares e refrigerantes S+C - unidade de Almeirim.<sup>13</sup>

Perigos	Exemplos
<b>Biológicos/Microbiológicos</b>	<i>Salmonella spp.</i> , <i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>L. desbrueckii</i> , <i>L. pasterianum</i> , <i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Erwinia carotovora</i> , <i>Pseudomonas spp.</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Botrytis</i> , bolores e leveduras
<b>Químicos</b>	Patulina (maçã e pêra), pesticidas, metais pesados, lubrificantes, produtos de limpeza, revestimentos de bidons, alergénios/intolerantes
<b>Físicos</b>	Vidros, madeiras, pedras, fragmentos de metais, plásticos, insetos ou qualquer sujidade e objetos pessoais (adornos)



### 3. Metodologia HACCP

O sucesso da implementação, gestão e manutenção do sistema HACCP numa empresa vai mais além do que uma ótima preparação e planificação, cujo alcance está dependente de quatro pilares fundamentais, referentes ao total comprometimento e envolvimento da gestão de topo e dos colaboradores no processo, educação e treino, disponibilidade de recursos e às pressões externas.<sup>14</sup>

A metodologia HACCP inicia-se com a realização de um estudo e planeamento elaborado por uma equipa, previamente estruturada, que irá compilar a informação de suporte relevante para a análise de perigos, através da descrição do produto, identificação do uso pretendido do mesmo, pela construção do fluxograma e a sua confirmação no terreno.<sup>7,8</sup> As etapas que integram a metodologia HACCP, isto é, as fases do estudo e do plano HACCP serão desenvolvidas com mais detalhe.

#### 3.1. Estudo HACCP

O estudo HACCP é constituído pelas seguintes etapas preliminares<sup>7,8</sup>:

1. Seleção de uma equipa HACCP multidisciplinar, dos diversos setores da empresa, e de preferência com competência técnica, conhecimentos específicos e especializações sobre o produto e/ou processo de produção. Todos os membros da equipa devem conhecer os princípios do HACCP, métodos e aplicações.

2. Definição do âmbito do estudo para a posterior aplicação do plano HACCP, em que o limite do plano é definido e são descritos quais os segmentos da cadeia de alimentos envolvidos, definindo-se o produto ou processo que será alvo da primeira abordagem, optando preferencialmente pelos que têm revelado maiores problemas de segurança. O estudo deve ainda contemplar todos os perigos associados às matérias-primas e ao processo em estudo, que depois deverão constar no plano HACCP.

3. Descrição detalhada do produto final e do processo, incluindo informação sobre a composição e características físico-químicas do produto, tratamentos aplicados para destruição microbiana, materiais e sistema de embalagem, matérias-primas, prazo de validade e condições de armazenamento, conservação e distribuição.

4. Identificação do uso expectável do produto pelos consumidores ou potenciais compradores, analisando as formas habituais e as inadequadas do seu manuseamento, o

prazo de validade e o modo de conservação que poderá ser praticado, dado que estas condições podem influenciar os perigos. Não só se deverá ter em conta os segmentos vulneráveis da população, mas também verificar se existe uma rotulagem adequada, efetuando-se sempre as modificações necessárias.

**5. Elaboração de um fluxograma** detalhado da sequência de todas as etapas do processo relativas a um determinado produto, pois é este documento que servirá de base para a análise de perigos associados a cada etapa. Além disso, deve-se ter em conta as etapas anteriores e posteriores à operação especificada, que se repercutirá na segurança do alimento.

**6. Verificação do fluxograma**, comparando o fluxograma elaborado com as respetivas operações no local, validando todo o processo. Isso inclui observar todas as fases intermédias, o armazenamento, os turnos e horários de produção para assegurar que o diagrama é válido para todos os períodos de atividade. Sempre que se justificar deve-se modificar ou completar a informação.

### **3.2. Plano HACCP**

O plano HACCP passa pela aplicação dos sete princípios do sistema que serão descritos em seguida. Todavia é essencial considerar que estes princípios devem ser adaptados a cada indústria e a cada produto, ajustando-se a mudanças, tais como as novas tecnologias ou procedimentos de processamento. Os limites críticos e o seu controlo também devem ser especificados para cada indústria ou produto.<sup>6</sup>

**Princípio 1:** Na análise de perigos listam-se os potenciais perigos (físicos, químicos ou microbiológicos) que podem ocorrer em cada etapa da cadeia alimentar, desde a receção da matéria-prima até ao consumidor final, e quais os fatores que contribuem para a sua introdução ou agravamento, através da recolha de informação relevante para determinação das suas causas mediante o historial do setor, dados científicos, reclamações de clientes, devolução de lotes ou carregamentos, registos de controlo, etapas anteriores, entre outros exemplos.<sup>7,8,12</sup>

Efetivamente, a equipa HACCP deverá identificar no plano HACCP quais são os perigos cuja eliminação ou redução para níveis aceitáveis são essenciais para a produção de um alimento seguro.<sup>7</sup> Ainda nesta fase, é necessário identificar e documentar as medidas preventivas implementadas ou a implementar e determinar a probabilidade de ocorrência,

isto é, a frequência e o impacto que terá na saúde do consumidor, ou seja, a gravidade, a fim de determinar o nível de controlo a exercer e a prioridade da resolução do problema, através de uma matriz de avaliação do risco, que é o resultado do produto da frequência (F) pela gravidade (G) e também da classificação do risco/significância.<sup>7,8,12,15</sup>

**Princípio 2:** Para a determinação de um ponto de controlo como PCC é condição indispensável que se possa atuar sobre ele através da aplicação de uma medida preventiva, mas se isto não for possível não é considerado um PCC (NPCC) e o produto ou processo deve ser modificado de modo a incluir medidas preventivas. Desta forma, o trabalho da equipa é determinar em cada etapa do processo, através do fluxograma, os passos que são indispensáveis para a segurança do produto.<sup>7,8,12</sup>

Um PCC é uma operação ou procedimento que deve ser monitorizado de modo a prevenir, eliminar ou minimizar a probabilidade de ocorrência de um perigo, reduzindo-o para níveis aceitáveis, e onde a falta de controlo poderá conduzir a um risco inaceitável sem possibilidade de correção posterior.<sup>8,12</sup> A identificação dos PCC's é auxiliada pela aplicação da árvore de decisão, cujos potenciais perigos devem ser considerados, quer estejam relacionados ou não com cada fase do processo.<sup>7,8,12</sup> As questões colocadas na árvore devem ser respondidas para cada etapa do processo e perigo identificado, em simultâneo com as respetivas medidas preventivas.<sup>6,7,8,12</sup>

**Princípio 3:** Em cada PCC, os limites críticos inerentes devem ser especificados e validados de modo a assegurar que o PCC está sob controlo e, para tal devem-se especificar os parâmetros a controlar durante o processo e no produto, tais como: temperatura, tempo, humidade, pH, atividade da água ( $a_w$ ), parâmetros sensoriais (aspeto, textura, sabor, odor, etc.) e microbiológicos. Os limites críticos estabelecidos devem ser mensuráveis, baseados em valores legais e/ou suportados cientificamente, tendo em conta o historial do produto ou processo.<sup>7,8,12</sup>

Também deve ser estabelecido um intervalo de tolerância admissível em torno do valor-alvo, mas que ainda se encontre dentro do limite crítico estabelecido, de forma a evitar que este seja atingido e promova o desenvolvimento de um perigo.<sup>7,8,12</sup>

**Princípio 4:** A monitorização de PCC's é a medição de parâmetros específicos de um PCC, relativamente aos seus limites críticos, de acordo com um plano pré-estabelecido e programado. Estes procedimentos de monitorização devem ser concebidos de modo a

permitirem a detecção precoce da perda de controlo num PCC e podem ser realizados através de inspeções visuais, análises físico-químicas e microbiológicas, sistemas informáticos, detetores e alarmes.<sup>7,8,12</sup>

Caso a monitorização não seja contínua, a sua frequência deve ser suficiente para garantir que o PCC está bem controlado e permitir resultados rápidos. Portanto, todos os registos de monitorização devem ser assinados pelo respetivo responsável e em caso de anomalias, estas devem ser citadas em notas de não-conformidade.<sup>7,8,12</sup>

**Princípio 5:** As ações corretivas impedem o processo de sair dos limites críticos ou permitem o seu retorno. Isto é, sempre que possível, estas medidas devem ser tomadas quando os resultados do controlo demonstram que um PCC tende para a perda de controlo, evitando que o desvio ultrapasse os limites críticos e coloquem em causa a segurança do produto, ou então se o PCC estiver fora do seu limite estas permitem que volte a estar novamente sobre controlo.<sup>7,8,12</sup>

Nestas ações corretivas deve-se considerar o que vai acontecer imediatamente na etapa da produção e como o controlo vai ser recuperado, incluindo uma investigação acerca do erro ocorrido. Também é importante estabelecer um mecanismo de ação em relação aos produtos não-conformes (produtos fora de especificação em termos dos critérios de segurança e/ou qualidade) que entretanto foram produzidos, nomeadamente o seu processo de segregação, análise e posterior processamento ou rejeição.<sup>7,8,12</sup>

Após a implementação da ação corretiva e o PCC estar novamente dentro dos limites críticos, pode ser necessário iniciar uma revisão do sistema para prevenir reincidências.<sup>8,12</sup>

**Princípio 6:** Em seguida devem ser estabelecidos procedimentos de verificação do plano HACCP para constatar se está a ser corretamente implementado e a eficácia de todos os seus elementos. A frequência da verificação deve ser suficiente e em intervalos regulares para validar o sistema HACCP e ser realizada sempre que ocorram modificações no processo, equipamentos, fornecedores, matérias-primas e clientes.<sup>7,8,12</sup>

**Princípio 7:** Adicionalmente, é necessário elaborar a documentação relativa a todos os procedimentos e registos, adequados aos princípios e suas aplicações. Este passo é essencial para auxiliar as empresas a demonstrar a execução efetiva e manutenção do



sistema HACCP, uma vez que a fiabilidade da informação contida nos registos serve como comprovativo da sua correta aplicação.<sup>7,8,12</sup>

As recomendações sobre a aplicação do sistema HACCP facultadas por especialistas, como por exemplo os guias de implementação do sistema HACCP para setores específicos, podem ser utilizadas como parte da documentação, desde que reflitam as operações específicas da empresa.<sup>7</sup>

O sistema de documentação e de manutenção dos registos deve ser ajustado à natureza da atividade e ao porte da empresa, todavia deverá conter informação suficiente, clara e a mais simplificada possível. Além disso, deve ainda comportar a parte descritiva (estudo e plano HACCP), a operacional (instruções de trabalho) e a demonstrativa do sistema (registos), sendo posteriormente integrada no sistema de gestão da qualidade da empresa, quando existente.<sup>8,12</sup>

O êxito da implementação do sistema HACCP dependerá da sua completa adequação à realidade da empresa e do comprometimento integral da gestão de topo, do empenho dos técnicos e restantes colaboradores da empresa.<sup>8</sup>

### **3.3. Avaliação do Plano e do Sistema HACCP**

Após a aplicação do programa de pré-requisitos, durante o desenvolvimento do plano HACCP e antes da total implementação do sistema HACCP, devem ser realizadas as seguintes atividades<sup>16</sup>:

- ✓ Validação do plano HACCP
- ✓ Verificação do sistema HACCP (Princípio 6)

Do mesmo modo, quando o sistema HACCP está integralmente implementado, este necessita de ser continuamente validado e avaliado, de forma a manter-se sempre atualizado em função das alterações que possam ocorrer. Isto requer a realização dos seguintes passos<sup>16</sup>:

- ✓ Reavaliação periódica do sistema HACCP
- ✓ Revalidação do plano HACCP
- ✓ Regulamentação governamental e auditorias

A maioria destas atividades são da responsabilidade da indústria, mas o governo e outras entidades externas também têm um papel fundamental na verificação do sistema HACCP, mediante a sua responsabilidade na criação de normas e inspeção do seu cumprimento.<sup>16</sup>

A avaliação do sistema HACCP também deve incluir uma revisão da adesão ao programa de pré-requisitos e a frequência com que esta avaliação ao sistema é realizada, tem que ter em conta as características da empresa, o comprometimento das pessoas envolvidas, os recursos disponíveis e qualquer acreditação ou certificação externa.<sup>10</sup>

### **3.4. Validação do Plano HACCP**

#### **3.4.1. Considerações gerais sobre Validação**

A validação é a determinação e confirmação de que os resultados pretendidos com o plano HACCP foram alcançados, garantindo que os perigos identificados no estudo têm sido controlados de forma adequada através dos limites críticos e medidas de controlo estabelecidos. Esta atividade está focada na recolha e avaliação de informação técnica, científica e observacional para fundamentar o controlo efetivo dos perigos, comprovando a eficácia do plano HACCP projetado.<sup>16,17,18</sup>

Portanto, a situação ideal é que a execução da validação seja realizada quando o sistema HACCP é projetado ou no momento em que as medidas de controlo são definidas, de preferência antes da total implementação do sistema.<sup>18</sup>

Os elementos utilizados para a validação podem basear-se em dois argumentos distintos, sendo o primeiro caracterizado pelo suporte técnico e/ou científico e o segundo pela demonstração prática de que o sistema HACCP aplicado na indústria está a funcionar como o esperado.<sup>19</sup>

Por outras palavras, no primeiro elemento para validação a documentação teórica de suporte, relativa a um determinado processo deve estar devidamente identificada, demonstrando os níveis expectáveis de redução da carga bacteriana patogénica, identificando os parâmetros críticos operacionais relevantes para o processo produtivo da empresa e tal documentação deverá ainda fornecer um suporte adequado para o perigo identificado na análise de perigos. Já no segundo elemento para a validação, os parâmetros críticos operacionais identificados na documentação de suporte deverão ser implementados no processo produtivo utilizado pela empresa, onde deverá ser identificado, pelo menos, um produto de cada categoria HACCP para reunir dados de validação que demonstrem a eficácia da implementação dos parâmetros críticos operacionais na fábrica, especificamente no produto em questão.<sup>19</sup>

Alguns dos componentes que necessitam ser validados num processo produtivo são por exemplo, as intervenções do programa de pré-requisitos que controlam a probabilidade de um perigo ocorrer, os PCC's, a formulação do produto, visto que contribui para a segurança do mesmo e também as instruções para o tratamento térmico.<sup>19</sup> Por exemplo, a validação dos limites críticos para o controlo dos perigos identificados e a respetiva justificação da sua probabilidade de ocorrência, a fim de avaliar a necessidade de ser abordado no plano pode ser considerada uma forma de validação; outro exemplo pode ser um estudo microbiológico utilizado para validar que um dado processo de pasteurização irá destruir determinado microrganismo. Para além dos exemplos enumerados anteriormente, os equipamentos, os aparelhos de monitorização e os sistemas de manutenção de registos eletrónicos podem ser validados para garantir que o desempenho do sistema é rigoroso e fiável no controlo dos riscos.<sup>17</sup>

### **3.4.2. Métodos de Validação**

Existem diferentes métodos de validação dos quais se destacam, mais concretamente, a literatura científica publicada sob a forma de teses e artigos de jornais científicos, a investigação laboratorial através de ensaios experimentais, os modelos científicos, o conhecimento do histórico da empresa, a recolha de dados operacionais, os inquéritos, as diretrizes para o processamento em guias ou manuais e normas governamentais.<sup>17,18,19</sup>

Os métodos mais comuns são as publicações científicas que documentam estudos de validação específicos com avaliações dos efeitos dos parâmetros definidos sobre o perigo iminente, por exemplo o efeito de uma substância antimicrobiana no crescimento de um microrganismo patogénico ou na sua inativação por um determinado processo. Quando estes parâmetros já estão estudados, especificados e, adicionalmente avaliados por peritos da área, não há necessidade de apresentar mais estudos que comprovem a sua eficácia no processo.<sup>17,18,19</sup>

Os ensaios experimentais permitem avaliar o efeito da medida de controlo e a eficácia do processo ou tratamento no local de produção, em que podem ser utilizados microrganismos substitutos que possuam características de resistência semelhantes ao patogénico em causa e também permitem detetar e/ou remover um perigo químico ou físico. No entanto, pode ser difícil replicar num laboratório as condições do local de produção, a nível industrial, e selecionar microrganismos substitutos com as mesmas

caraterísticas do organismo em causa. E além disso, quando esse organismo substituto existe pode haver motivos para não o utilizar, devido às possíveis contaminações ambientais e ao impacto negativo na medição do processo de controlo.<sup>17, 19</sup>

Adicionalmente, existem livros que avaliam e compilam a literatura existente relativa aos parâmetros de controlo, tais como temperaturas de crescimento mínimo e máximo, valores de pH e  $a_w$  ótimos para o desenvolvimento de microrganismos patogénicos, entre outros que, por si só, em algumas circunstâncias podem servir como suporte para validar alguma medida de controlo.<sup>17</sup>

Existem algumas organizações que disponibilizam modelos científicos que podem ser consultados pela indústria alimentar para confirmar se o processo na fábrica está a controlar os microrganismos patogénicos apesar de, em certas situações, as próprias empresas desenvolverem os seus próprios modelos.<sup>17</sup> Estes programas pretendem avaliar o impacto de parâmetros que podem afetar o desempenho de uma ou mais medidas de controlo para alcançar um determinado nível de segurança alimentar, por isso baseiam-se em fatores como o crescimento, letalidade e sobrevivência no meio de cultura e em produtos alimentares para estimar o crescimento e a morte de microrganismos patogénicos em amostras de alimentos recolhidas na produção. Note-se que é preciso ter em conta os limites de incerteza e variabilidade associados a estes modelos preditivos.<sup>18,19</sup>

O programa de modelação escolhido deve ser específico para o microrganismo patogénico identificado na análise de perigos e devidamente validado para aplicação no produto em questão, caso contrário, a empresa deve fornecer suporte científico adicional para justificar a sua utilização. Esse suporte adicional pode incluir dados operacionais que mostram os níveis habituais de patogénicos no produto ou documentação que inclua a produção de matérias-primas e o uso pretendido do produto. Por fim, os resultados da modelação devem ser arquivados para análise e a documentação de apoio deve ter os valores inseridos no modelo.<sup>18,19</sup>

Outras metodologias alternativas envolvem o conhecimento do histórico da empresa e a recolha de dados operacionais com o objetivo de investigar possíveis contaminações biológicas, físicas ou químicas durante a produção. Esta última opção foi concebida para demonstrar que um plano pode refletir, rotineiramente, os parâmetros cientificamente documentados, tais como a temperatura, tempo de contacto e resultados microbiológicos de zaragatoas.<sup>17,19</sup> Esta recolha de dados pode ser feita se a empresa não

conseguir implementar o processo tal e qual está documentado na literatura, mas deve ser realizada durante um determinado período de tempo, como por exemplo entre três a seis semanas, durante uma fase de produção em grande escala, de modo a que seja representativo das condições de processamento do alimento.<sup>18,19</sup>

Quando o sistema HACCP depende da aplicação do programa de pré-requisitos no estabelecimento de transformação pode ser necessário validar essas medidas por amostragem e testes ambientais, através da utilização de amostras de matérias-primas, do produto intermédio ou do produto acabado. As técnicas de amostragem devem ser apropriadas ao objeto de estudo, os seus planos devem ser bem definidos, tal como a metodologia do ensaio e os dados recolhidos devem ser suficientes para as análises estatísticas necessárias.<sup>18</sup>

O método de recolha de dados operacionais pode ser aplicado quando uma nova tecnologia é introduzida na fábrica, quando a tecnologia padrão é aplicada de uma forma pouco usual ou devido à falta de dados gerados a partir de uma nova tecnologia assim sendo, a empresa irá necessitar de mais informação científica de suporte.<sup>19</sup>

Relativamente ao recurso ao histórico da empresa, este pode ser utilizado como elemento de validação quando a extensão do historial demonstra que as medidas de controlo aplicadas permitem controlar, eficazmente, os perigos causadores de doenças de origem alimentar. Caso o histórico não permita tirar tais conclusões, aumenta a necessidade de se realizar uma validação às medidas de controlo.<sup>18</sup>

Contudo, salienta-se o facto de que se deve evitar assumir que o processo ou produto é seguro com base apenas nos dados do histórico da empresa, pois podem eventualmente estar desatualizados e/ou incompletos, necessitando de uma revisão e atualização permanente da informação.<sup>18</sup>

No caso das grandes corporações com múltiplos estabelecimentos, muitas vezes basta realizar estudos num único estabelecimento para obter informações científicas para validar o plano em termos de conceção e execução e, em seguida, estender para os restantes estabelecimentos.<sup>19</sup>

O processo de validação pode ainda envolver a realização de inquéritos aos consumidores acerca da forma como acondicionam o produto, pois estes dados poderão ser úteis para validar a temperatura de armazenamento e prazo de validade do produto.<sup>17</sup>

Por último, serão referidas as entidades governamentais e associações comerciais, mas antes de mais, importa esclarecer as diferenças existentes entre o papel da indústria e das autoridades competentes no que respeita à validação das medidas de controlo uma vez que, a indústria é responsável pelas atividades de validação e as autoridades competentes atuam, posteriormente, assegurando que a indústria apresenta sistemas efetivos e suficientes para uma validação adequada das medidas de controlo.<sup>18</sup>

Estes agentes autorizados podem desenvolver requisitos legais ou criar guias de orientação para a indústria, geralmente baseados em informação científica, também podem realizar estudos de validação como suporte para as decisões de gestão do risco ou até fornecer informação sobre as medidas de controlo que devem ser validadas. Os guias apresentam as diferenças entre validação, monitorização e verificação, informações sobre o conceito e natureza da validação, as tarefas necessárias, o processo de validação e a necessidade de revalidação.<sup>17,18,19</sup>

Quando as normas governamentais e os guias ou manuais são devidamente seguidos, as medidas de controlo podem considerar-se validadas e neste caso, as empresas devem obter e preservar os artigos científicos mencionados nos guias, porque muitas vezes estes não incluem todos os parâmetros operacionais críticos que a empresa necessita de implementar, relevantes para determinar se o guia está ajustado ao processo adotado pela empresa.<sup>17,18,19</sup>

Os métodos acima enumerados compõem o primeiro elemento de validação, mais relacionado com a conceção do sistema, enquanto o segundo elemento do sistema de validação está mais direcionado para a execução prática, no próprio meio industrial, através de observações e medições diretas, resultados de testes microbiológicos ou de outras informações que comprovem que as medidas de controlo apresentadas no sistema HACCP podem ser aplicadas industrialmente com o objetivo de alcançar o resultado pretendido do processo em termos de segurança alimentar.<sup>19</sup>

Para cumprir com esta segunda parte do processo de validação a empresa deve identificar, previamente, os parâmetros críticos operacionais mais relevantes e eficazes para o seu processo de produção que, geralmente incluem o pH, tempo, temperatura, pressão, tempo de contacto, concentração, humidade,  $a_w$ , configuração e calibração do equipamento, entre outros. Assim que estes parâmetros são identificados, a empresa deve implementá-los no seu processo real, selecionando quais é que necessitam de ser

monitorizados continuamente como parte de um PCC ou do programa de pré-requisitos, com base nas decisões tomadas pela equipa HACCP.<sup>19</sup>

A equipa também pode decidir realizar as verificações do correto funcionamento de alguns dos parâmetros críticos operacionais durante um período de validação inicial, registar devidamente essa tomada de decisão e monitorizá-los sempre que ocorra alguma mudança.<sup>19</sup>

Após a implementação dos parâmetros críticos segue-se a recolha de dados que demonstrem a eficácia do plano para todos os PCC's e programas de pré-requisitos utilizados. Esta recolha deve ser feita a diferentes produtos com o objetivo de obter uma amostragem representativa de cada lote e avaliar os piores cenários, de modo que a equipa HACCP deve descrever e documentar os motivos que levaram a escolher determinado tipo de produtos para a validação inicial, com base nos princípios da tecnologia alimentar, por exemplo a espécie do produto, tamanho e forma do alimento/produto, o número e o tipo de etapas de processamento, isto é, devem considerar as diferenças e semelhanças entre os tipos de produtos, o processo, os fatores intrínsecos, os perigos para a segurança alimentar e o risco para a saúde pública.<sup>17,19</sup>

No caso da empresa produzir produtos com nível de risco equivalente pode-se seleccionar o produto com maior volume de produção, pois a sua exposição pública será proporcionalmente maior.<sup>19</sup>

De facto existem diversas metodologias para validar os elementos de um plano HACCP, que podem ser utilizadas individualmente ou convenientemente combinadas com o intuito de fornecer evidências suficientes para a documentação de suporte para a validação.<sup>18</sup>

Concluindo, o que se pretende no final é que os dados de validação de um sistema HACCP incluam registos e informações que reflitam a experiência real da indústria após a implementação do sistema, demonstrando que este é o reflexo do plano (primeiro elemento), mas que pode ser aplicado industrialmente tal e qual como foi concebido para atingir o fim a que está destinado (segundo elemento).<sup>19</sup>

#### **3.4.2.1. Cartas de controlo**

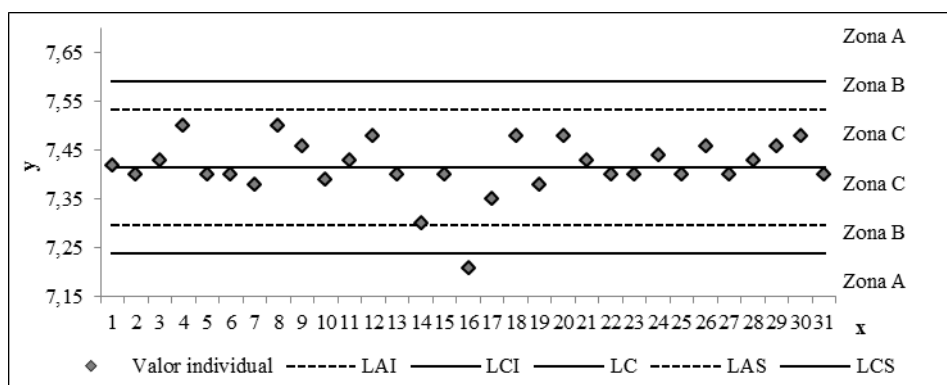
As cartas de controlo de Shewhart pertencem ao grupo das sete ferramentas da qualidade, utilizadas para o controlo estatístico da estabilidade do processo, uma vez que em todas as operações existe uma variabilidade inerente ao processo, devido a causas

comuns presentes nos diferentes processos ou por desvios esporádicos detetáveis. Se um processo estiver sob controlo, é possível prever o comportamento do processo quando não há causas especiais que afetem o sistema.<sup>20,21,22</sup>

Existem dois tipos de cartas de controlo, mas neste trabalho apenas será abordado especificamente o controlo por variáveis de indivíduos, cujos dados representam as observações obtidas quantitativamente, por medição e registo numérico. De um modo geral, neste trabalho pretende-se avaliar a variação dos valores observados entre si e se diferem muito dos limites padrão adotados pela empresa.<sup>20,21,22</sup>

O gráfico é construído com base nos resultados das amostras extraídas durante o processo e os limites são calculados com base nesses valores, permitindo assinalar a necessidade de avaliação ou intervenção no processo através de ajustes ou interrupção do mesmo.

Em seguida, encontra-se o exemplo de uma carta de controlo, Figura 3, a definição teórica e as respetivas fórmulas de cálculo dos limites, Tabela 5, e também o método de interpretação dos gráficos.<sup>20,21,22</sup>



**Figura 3.** Exemplo de uma carta de controlo.

No gráfico, as retas dos limites são definidas da seguinte forma:

**a) Limite central:** é uma linha que poderá corresponder à média ( $\bar{X}$ ) das leituras efetuadas.

**b) Limite de Controlo Inferior:** é uma linha que poderá corresponder ao valor da linha central subtraída de uma grandeza definida por  $3s$  ( $s$  = desvio padrão das leituras), situação mais comum.

**c) Limite de Controlo Superior:** é uma linha que poderá corresponder ao valor da linha central acrescida de  $3s$  ( $s$  = desvio padrão das leituras), situação mais comum.



**d) Limite de Aviso Inferior:** é uma linha que poderá corresponder ao valor da linha central subtraída de 2s, se o LCI tiver sido definido por 3s.

**e) Limite de Aviso Superior:** é uma linha que poderá corresponder ao valor da linha central acrescida de 2s, se o LCI tiver sido definido por 3s.

**Tabela 5.** Fórmulas de cálculo dos limites de uma carta de controlo de Shewhart para valores padrão conhecidos.

a) LC	b) LCI	c) LCS	d) LAI	e) LAS	s
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$ <p>xi= valor individual; n = n.º total de medições</p>	$LCI = \bar{X} - 3s$	$LCS = \bar{X} + 3s$	$LAI = \bar{X} - 2s$	$LAS = \bar{X} + 2s$	$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

Quanto à interpretação da carta de controlo, as evidências de perda de controlo do processo são as seguintes<sup>21</sup>:

**Regra 1** – Um ponto fora dos limites de controlo inferior e superior (zonas A);

**Regra 2** – Nove pontos consecutivos nas zonas C ou acima, de um lado do LC;

**Regra 3** – Seis pontos consecutivos a crescer ou a decrescer;

**Regra 4** – Catorze pontos a crescer e a decrescer alternadamente;

**Regra 5** – Dois em três pontos consecutivos nas zonas A ou acima;

**Regra 6** – Quatro em cinco pontos consecutivos nas zonas B e A;

**Regra 7** – Quinze pontos consecutivos nas zonas C, acima ou abaixo do LC;

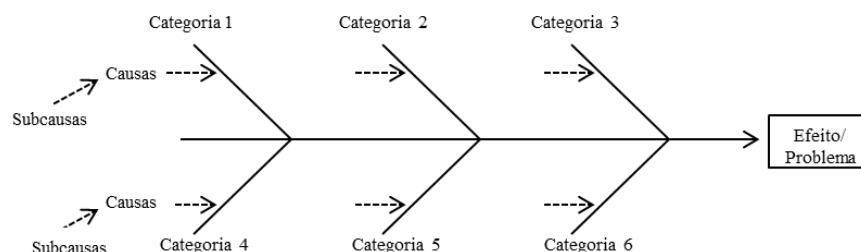
**Regra 8** – Oito pontos de ambos os lados do LC, sem nenhum nas zonas C.

No caso particular das cartas de indivíduos ( $n = 1$ , com  $n = n.º$  de amostras), os dados analisados são valores individuais correspondentes a medições isoladas, sem subgrupos, isto é, análises sem repetições, sendo que os limites apenas se baseiam na variação obtida entre cada leitura, mas que em todo o caso permitem avaliar os resultados visualmente. Portanto não é possível calcular a média do subgrupo, nem assumir que estes valores independentes apresentam uma distribuição normal, o que implica alguns cuidados na fase interpretação dos resultados, pois não é tão sensível quanto os outros tipos de cartas de controlo.<sup>20,21,22</sup>

### 3.4.2.2. Diagramas de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, igualmente conhecido como diagrama de causa-efeito, também faz parte do conjunto das sete ferramentas da qualidade e é um instrumento

gráfico importante no processo de análise de problemas, permitindo de forma simples, agrupar e compreender as principais causas e subcausas que afetam um determinado problema, para posteriormente recomendar soluções para a sua resolução. A Figura 4, ilustra um exemplo simples de um diagrama de Ishikawa.<sup>22</sup>



**Figura 4.** Exemplo de um diagrama de Ishikawa.

A construção do diagrama permite explorar diversos aspetos relacionados com o problema, perceber como é que os fatores interagem entre si e identificar em que área é preciso aprofundar o estudo.

### **3.4.3. Documentação de suporte para Validação**

A documentação de suporte reunida para o processo de validação deverá apoiar todas as decisões tomadas pela equipa HACCP, identificar o tipo de perigo, o nível expectável de redução do perigo ou a sua prevenção, deverá ainda reunir todos os parâmetros operacionais críticos, as etapas de processamento que irão permitir atingir tal redução ou prevenir o aumento do risco e a explicação de como estas etapas de processamento podem ser monitorizadas. Esta atividade permitirá evitar dúvidas acerca do sistema HACCP implementado, relativamente à adequação do seu plano e validação das medidas de controlo.<sup>19</sup>

Por esta razão, a informação científica de suporte para a validação do plano HACCP deverá incluir por exemplo, a documentação que especifica a redução logarítmica atingida pelo processo, incluindo informação acerca dos parâmetros críticos operacionais para alcançá-la, deverá apresentar o processo validado tal como foi descrito, pode-se usar a documentação de apoio da validação de um processo para a redução logarítmica de um microrganismo patogénico específico em produtos semelhantes, mas caso forem diferentes não usar como único documento de apoio. Também deverá conter documentação de apoio com dados que suportam a eficácia do processo e garantir que esta contenha dados microbiológicos para os perigos identificados, pois é particularmente importante para os

processos em que as mesmas operações têm uma eficácia diferente, dependendo do tipo de produto e do patogénico em causa.<sup>19</sup>

Em relação aos perigos físicos, o apoio científico deve corresponder de perto ao perigo que está sob vigilância. Por exemplo, se a empresa usa um equipamento de deteção para identificar determinado material estranho como um metal, os dados utilizados para validar o sistema de deteção devem demonstrar que o equipamento pode de facto detetá-lo no produto. O mesmo acontece para os riscos químicos, a menos que seja dada outra justificação plausível.<sup>19</sup>

Por vezes, as empresas aplicam níveis de parâmetros operacionais diferentes dos que estão na documentação de suporte como por exemplo, temperaturas mais elevadas do que o necessário para atingir a letalidade e, quando tal acontece a equipa deve considerar a elaboração de um documento que justifique a decisão tomada e a explicação da razão pela qual a eficácia da operação não seria afetada. Contudo, uma indústria que introduz uma nova tecnologia não estabelecida na literatura, ou aplica uma tecnologia padrão de forma pouco usual, por exemplo, modificando os parâmetros operacionais descritos na literatura, ou então demonstra falta de experiência com determinada tecnologia irá ser necessário reunir informação de suporte para justificar se a tecnologia utilizada é eficaz relativamente ao pretendido. Isto poderá exigir a realização de estudos científicos em ambiente laboratorial ou em ensaios piloto na fábrica.<sup>19</sup>

Segundo a *Food Safety and Inspection Service* (FSIS), os documentos da validação inicial na indústria deverão abranger os primeiros 90 dias de experiência de processamento com um novo plano HACCP ou um plano modificado com base numa reavaliação, sendo que em grandes empresas, 90 dias equivale a aproximadamente 60 dias de produção. Para empresas muito pequenas que não funcionam diariamente, um nível mínimo de registos a partir de 13 dias de produção, dentro desses primeiros 90 dias, deve ser usado para validar inicialmente o sistema HACCP.<sup>19</sup>

Mas, se uma empresa produz raramente vários produtos pertencentes a uma categoria HACCP diferente, há um risco inerente aos processos se a experiência na produção for escassa. Neste caso, para averiguar se o sistema está devidamente projetado e executado devem avaliar continuamente os dados recolhidos até mesmo após o período de validação inicial ter acabado. A empresa também pode avaliar os dados recolhidos em produtos das várias categorias HACCP para determinar se o conjunto de dados permite

apoiar a sua capacidade de cumprir os parâmetros operacionais críticos. Além disso, devem focar-se em atividades de validação do produto produzido com mais frequência dentro de cada categoria HACCP.<sup>19</sup>

### **3.5. Verificação do Sistema HACCP**

A verificação é uma ferramenta utilizada na determinação do correto funcionamento de um procedimento em relação à especificação para o qual foi concebido, isto é, são atividades para além da monitorização que vão determinar a legitimidade do plano e se o sistema HACCP está a ser executado conforme o plano. A periodicidade das atividades de verificação pode variar entre diário, semanal, mensal ou anual.<sup>16,17,18,19</sup>

O processo de verificação de maior importância é a auditoria ao sistema HACCP para assegurar que o plano tem sido seguido. Contudo, as atividades de verificação podem ser internas, conduzidas pela equipa HACCP da empresa, ou externas, não só as realizadas por uma entidade reguladora mas também as realizadas por terceiros, como por exemplo os próprios clientes.<sup>16</sup>

### **3.6. Reavaliação do Sistema HACCP e Revalidação do Plano HACCP**

O sistema HACCP deve ser revisto e verificado regularmente, se possível anualmente, de forma programada e cada vez que um elemento novo o justifique como por exemplo, alterações que afetem a análise de perigos, mudanças de produto ou processo, programas de limpeza, higienização e controlo de pragas, legislação aplicável e alteração dos colaboradores associados às operações em questão. O objetivo desta revisão é avaliar se o plano HACCP implementado cumpre os seus pressupostos.<sup>7,8,19</sup>

A revalidação pode ser necessária como resultado de uma reavaliação e que deve ser realizada periodicamente, sendo de carácter obrigatório quando ocorrem mudanças significativas ou falhas no produto ou processo que requerem alterações no plano HACCP, consoante as novas informações disponíveis. E, mesmo que não ocorram mudanças significativas, a revalidação continua a ser necessária com alguma periodicidade, por exemplo anual, documentando devidamente todas as atualizações.<sup>16,17</sup>

### **3.7. Regulamentação e Auditorias**

As entidades reguladoras têm um papel fundamental na verificação dos sistemas HACCP, uma vez que permitem controlar e confirmar legalmente se as indústrias alimentares estão a funcionar de forma segura, através da realização de auditorias.<sup>16</sup>

É esperado que o resultado de uma auditoria externa coincida com o de uma auditoria interna realizada pela própria indústria, significando que a empresa está em consonância com a legislação.<sup>16</sup>



## **4. Trabalho desenvolvido no âmbito do estágio**

### **4.1. Caso de estudo: Linha de Enchimento a Quente em Vidro do Compal Clássico Néctar Tutti-frutti no formato 0,2 L**

O presente trabalho teve como objetivo a validação do plano HACCP de uma linha de enchimento a quente em vidro do produto Compal Clássico Néctar Tutti-frutti no formato 0,2 L, no âmbito do estágio realizado na empresa Sumol+Compal Marcas S.A., na unidade fabril de Almeirim.

Com o processo de validação pretende-se reunir evidências técnicas e científicas que comprovem a adequação e eficácia dos elementos do plano HACCP desta indústria alimentar, permitindo suportar técnica e cientificamente o plano através de dados que ajudarão a justificar as ações praticadas no sistema HACCP.

#### **4.1.1. Técnicas e Métodos**

O tratamento estatístico dos resultados que permitiram elaborar o relatório de validação foi efetuado com o recurso ao programa de folha de cálculo Microsoft Excel 2010, através da elaboração de gráficos 2D, histogramas e cartas de controlo de Shewhart. Por sua vez, o diagrama de Ishikawa foi utilizado como ferramenta para a discussão dos resultados microbiológicos.

No entanto, importa recordar que nos próximos capítulos apenas será apresentado o tratamento e discussão de resultados a título de exemplo, ilustrando cada método utilizado, visto que a informação real que constitui o relatório original de validação se encontra na empresa.

#### **4.1.2. Validação dos planos HACCP**

Antes de iniciar a produção é necessário confirmar se estão reunidas as condições para iniciar o fabrico do produto nomeadamente, verificando se todas as matérias-primas e materiais de embalagem subsidiários essenciais para o processo se encontram no local próprio para abastecimento da linha de produção. Também é necessário confirmar se a linha se encontra devidamente higienizada e se os equipamentos estão prontos para se iniciar a produção.

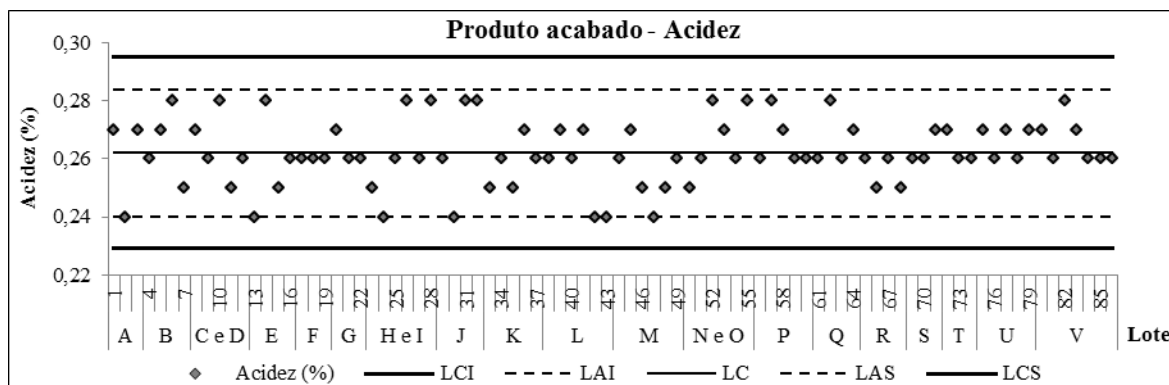
#### 4.1.2.1. Etapa de abertura e formulações

A produção de sumo inicia-se com a abertura dos bidons segundo a fórmula pretendida.

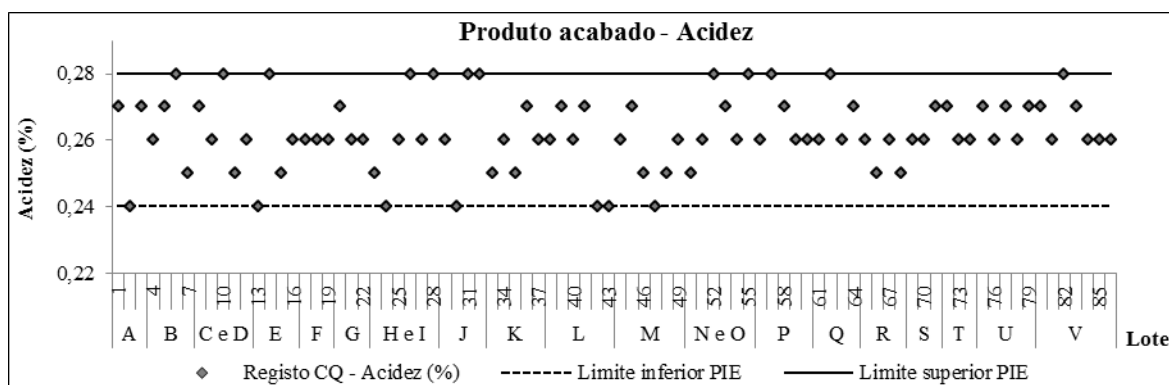
##### 4.1.2.1.1. Produto formulado

O Brix, acidez, pH, características organoléticas e cor são verificados para garantir que as características do produto acabado se encontram dentro da especificação.

Em seguida será apresentado um exemplo de uma carta de controlo de Shewhart de indivíduos para os resultados da acidez, Figura 5. Este parâmetro é medido por ser uma característica do próprio néctar, importante para o padrão organolético.



**Figura 5.** Carta de controlo da acidez do Compal Clássico Néctar Tutti-frutti em todas as cargas de formulações.



**Figura 6.** Resultados da acidez e os respetivos limites do PIE: limite inferior (---) e limite superior (—).

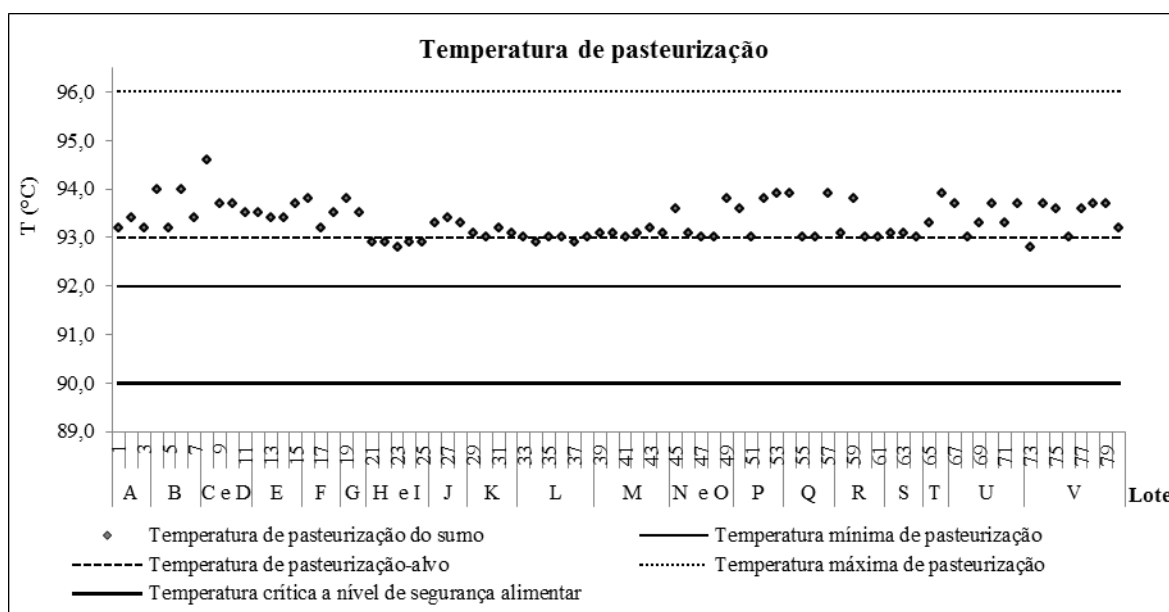
Segundo as regras de interpretação de cartas de controlo (regra 7) o processo não está sob controlo estatístico, embora os resultados se mantenham dentro da especificação, isto é, cumprindo a 100% o limite definido no PIE. Provavelmente a variabilidade do processo estará associada ao próprio método.



#### 4.1.2.1.2. Pasteurização

Em seguida, assim que o produto estiver conforme a especificação, é pasteurizado. É o método de processamento térmico adotado por esta indústria alimentar, com o intuito de destruir os microrganismos deteriorativos e patogénicos e inativar enzimas, prolongando o tempo de vida de prateleira do produto e preservando a sua qualidade sensorial e nutricional.<sup>23,24</sup>

Na sequência da etapa de processamento térmico, será apresentado um gráfico 2D a exemplificar como foram tratados os registos das temperaturas de pasteurização e os seus limites de especificação do PIE, Figura 7.



**Figura 7.** Registos da monitorização da temperatura de pasteurização e os respetivos limites do PIE: temperatura de pasteurização-alvo (---), temperatura máxima (·····), temperatura mínima (—) e temperatura crítica a nível de segurança alimentar (—).

A análise do gráfico, Figura 7, permitiu observar que as temperaturas de pasteurização se mantiveram dentro do limite especificado no PIE, cumprindo a 100% a especificação. Não se registaram temperaturas críticas que colocassem em causa a segurança alimentar do produto.

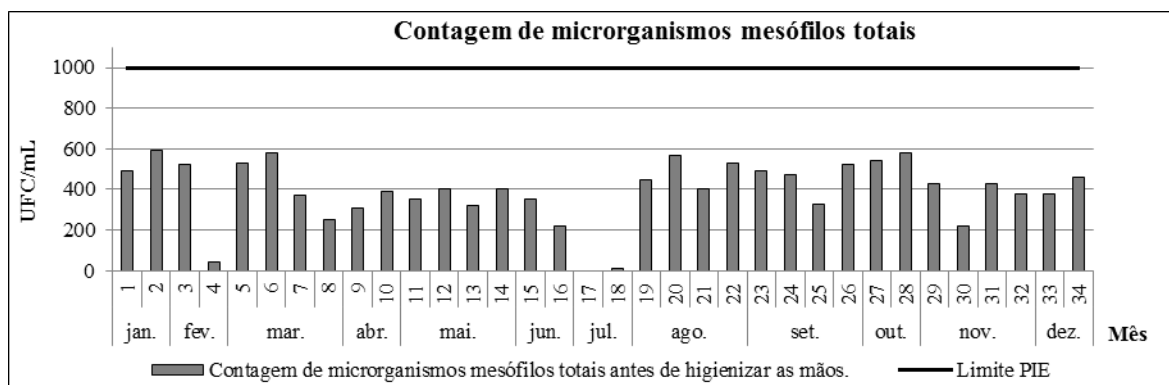
#### 4.1.2.1.3. Zaragatoas às mãos

A higienização das mãos é uma medida que previne a disseminação de doenças, reduzindo a carga microbiana e, consequentemente minimizando as possíveis

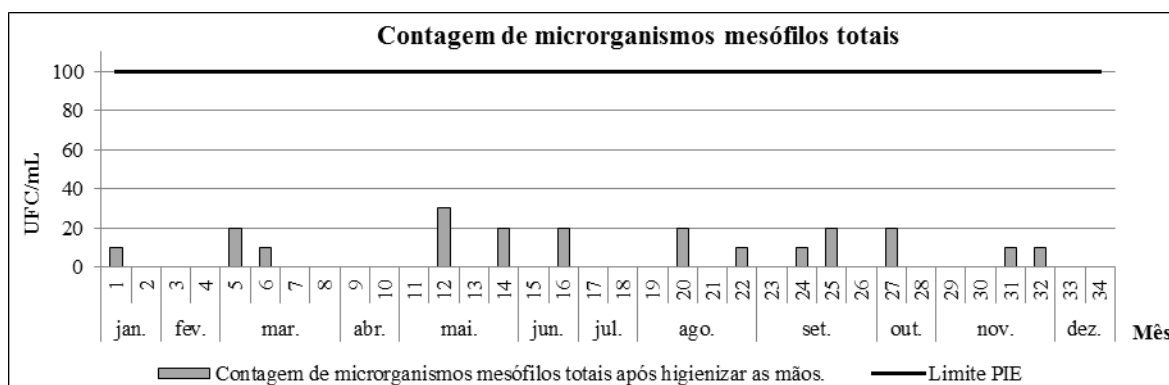
contaminações cruzadas que possam ocorrer durante o processamento do produto. Por este motivo, são realizadas zaragatoas às mãos dos operadores.

A contagem de microrganismos mesófilos totais, bolores, leveduras e coliformes totais, permite avaliar se a higienização das mãos foi efetuada corretamente e a eficácia do produto de higienização (detergente-desinfetante). A pesquisa de *S. aureus* é um indicador da presença ou ausência deste microrganismo no organismo humano, que está comumente associado a doenças humanas.<sup>25</sup>

Como exemplo da utilização de histogramas, segue-se a apresentação das figuras 8 e 9 que resumem resultados microbiológicos irreais, relativos à contagem de microrganismos mesófilos totais, antes e após a higienização das mãos, Figura 8 e Figura 9, respectivamente.



**Figura 8.** Contagem de microrganismos mesófilos totais em zaragatoas realizadas às mãos dos operadores antes da higienização das mãos e o respectivo limite do PIE (—).

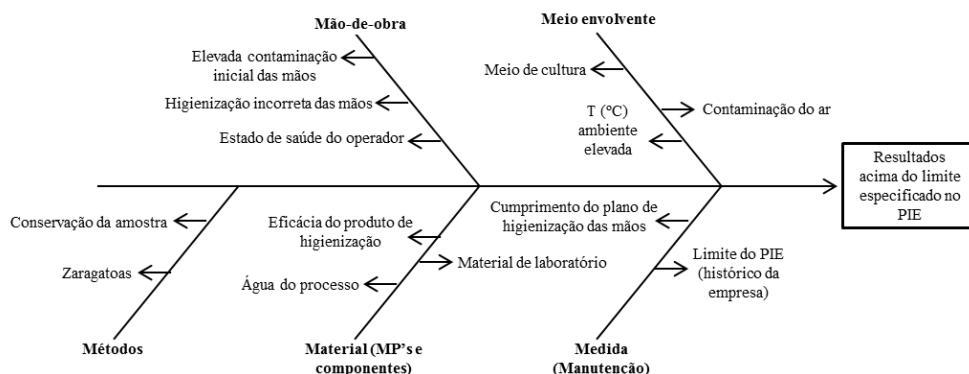


**Figura 9.** Contagem de microrganismos mesófilos totais em zaragatoas realizadas às mãos dos operadores após a lavagem das mãos e o respectivo limite do PIE (—).

A análise comparativa dos histogramas, figuras 8 e 9, permitiu observar que os resultados da contagem de microrganismos mesófilos totais diminuíram após a higienização das mãos. Tanto os resultados antes da higienização das mãos como os

resultados e após a higienização encontram-se abaixo do limite especificado no PIE, ou seja, os resultados cumprem a 100% a especificação.

No entanto, existem causas que podem contribuir para o aumento da contagem microbiológica estão descritas no diagrama da Figura 10.



**Figura 10.** Diagrama de Ishikawa para os resultados microbiológicos das zaragatoas às mãos dos operadores.

As constatações anteriormente referidas permitem validar a atuação do produto de higienização na redução ou eliminação dos microrganismos e também a aplicação da metodologia correta de higienização das mãos nas amostras analisadas.

#### 4.1.2.2. Etapa de enchimento a quente em embalagem de vidro

Relativamente à etapa de enchimento a quente em embalagens de vidro e as suas diferentes fases, salienta-se que foram utilizados os mesmos métodos para o tratamento e discussão dos resultados que compõem o relatório original que se encontra na empresa.

#### 4.1.3. Verificações de higiene e pré-requisitos

As verificações, através da aplicação de métodos, procedimentos, testes e outras avaliações, conjuntamente com a monitorização, permitem assegurar o cumprimento do plano HACCP ao avaliar se um PCC está sobre controlo. Para a realização destas verificações é usada uma *checklist* com os diferentes requisitos que devem ser preenchidos.

No planeamento das verificações faz-se a distinção entre dois tipos de verificações:

- Verificações de Pré-requisitos;
- Verificações de Higiene.

A análise dos resultados das verificações permitiram concluir que a maioria dos requisitos está implementada, minimizando a probabilidade de ocorrência de contaminações (química, microbiológica e física) e a introdução de perigos que coloquem

em causa a segurança alimentar do produto e que, conseqüentemente possam afetar a saúde do consumidor.

## 5. Conclusão

A realização deste estágio curricular na unidade fabril de Almeirim da empresa Sumol+Compal Marcas S.A., no âmbito do mestrado em Biotecnologia Alimentar teve como principal objetivo a “Validação dos Planos HACCP Linha de Enchimento a Quente” em embalagens de vidro 0,2 L do Compal Clássico Néctar de Tutti-frutti.

Deste modo, durante a fase inicial de integração foram alcançados os principais objetivos referentes à inserção e adaptação ao ambiente empresarial Sumol+Compal e também à aquisição de conhecimentos relativos à atividade da unidade de segurança alimentar, nomeadamente sobre a metodologia HACCP implementada na empresa. Estas atividades iniciais incluíram igualmente a pesquisa bibliográfica da literatura relacionada com HACCP e validação de medidas de controlo que serviu de base para a concretização do restante trabalho do estágio.

O processo de validação permitiu concluir que os procedimentos adotados pela empresa, na linha de enchimento a quente em vidro, asseguraram a produção de lotes de Compal Clássico Néctar Tutti-frutti do formato 0,2 L, seguros para a saúde do consumidor. Os procedimentos adotados decorreram de acordo com as especificações necessárias para o funcionamento do processo, validados também pela informação científica de suporte, disponível para o sector da indústria alimentar.

O sistema de registos possibilitou o acompanhamento de todas as fases do processo, contribuindo para a verificação do estado de controlo do processo e deteção dos aspetos que poderiam ser melhorados. Também foi possível examinar o cumprimento da frequência das análises, segundo o PIE, e constatou-se que a execução das atividades de verificação e as respetivas análises foram cumpridas com sucesso.



## **6. Outras atividades desenvolvidas durante o estágio**

Durante o período de estágio foram desenvolvidas outras atividades para além do trabalho de validação dos planos HACCP da linha de enchimento a quente em embalagens de vidro 0,2L. As atividades desenvolvidas na empresa Sumol+Compal Almeirim foram as seguintes:

- ❖ Participação em atividades do Laboratório de Análise Sensorial, nomeadamente, no apoio à preparação das amostras para o painel de provadores e como provadora, na ótica de consumidora de produtos Sumol+Compal;
- ❖ Apoio e participação em atividades do Laboratório do Controlo da Qualidade (apoio à produção);
- ❖ Apoio ao Laboratório de Novas Tecnologias, na preparação de amostras biológicas para a pesquisa e identificação de pesticidas, para época da campanha da fruta;
- ❖ Participação em duas formações, internas, ministradas na empresa sobre os temas: Higiene e Segurança Alimentar e Higiene e Segurança no Trabalho;
- ❖ Participação numa auditoria de fornecedores ao refeitório da unidade fabril de Almeirim (Segurança Alimentar);
- ❖ Participação nas atividades de verificações de pré-requisitos e de higiene à produção, armazém fabril e armazém de produto acabado (Segurança Alimentar);
- ❖ Apoio a um projeto de investigação aplicada em parceria com a Universidade de Aveiro, no âmbito de “Novel Foods” – caracterização de compostos por RMN  $^1\text{H}$ ;
- ❖ Acompanhamento de duas visitas de estudo à Fábrica de líquidos;
- ❖ Apoio ao laboratório de embalagens, na análise de selagens de embalagens Tetra Pak, mais concretamente a avaliação das soldaduras transversais e longitudinal, teste de condutividade e teste de confirmação com tinta vermelha.

A par das atividades realizadas na empresa foi oportuno participar em atividades extracurriculares relacionadas com Segurança Alimentar, nomeadamente:

- ❖ Participação no Seminário “Gestão do Risco no Setor Alimentar”, na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Outubro 2013;
- ❖ Curso de Auditores Internos da Qualidade e da Segurança Alimentar – Módulo I: Sistemas de Gestão da Segurança Alimentar (IFS, BRC, ISO 22000), na SILLIKER, Vila Nova de Gaia, Fevereiro 2014.

Todas as atividades contribuíram efetivamente para a minha formação e desenvolvimento pessoal e profissional, uma vez que permitiu a integração no ambiente empresarial e a convivência com os colaboradores dos diferentes setores da empresa.



## 7. Referências Bibliográficas

1. Doménech, E.; Escriche, I.; Martorell, S., Assessing the effectiveness of critical control points to guarantee food safety. *Food Control* **2008**, *19* (6), 557-565.
2. CAC, Codex Alimentarius Commission. Report of the twenty-sixth session of the codex committee on food hygiene. Twentieth session. Geneva, 1993.
3. FAO, Food and Agriculture Organization of United Nations. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system and guidelines for its application Annex to CAC/RCP 1-1969, Rev. 3. 1997. <http://www.fao.org/docrep/005/y1579e/y1579e03.htm> (accessed 2013).
4. FDA, Food and Drug Administration. Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines. Adopted August 14. 1997. <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/HACCP/ucm2006801.htm#princ> (accessed 2013).
5. EPC, European Parliament and of the Council. Regulation No. 853/2004 of April 29, 2004 on the hygiene of foodstuffs. Official Journal of the European Union, L 139, 30/04/2004. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/h3ojregulation.pdf> (accessed 2013).
6. ANIRSF, Associação Nacional dos Industriais de Refrigerantes e Sumos de Frutos. Código de Boas Práticas de Higiene e Guia de Aplicação do HACCP para Indústrias de Refrigerantes, Sumos de frutos e Néctares. Portugal, 2007.
7. CAC, Codex Alimentarius Commission. Recomende International Code of Practice General Principles of Food Hygiene. CAC/RCP 1-1969, Amendment 1999, Revisions 1997 and 2003.
8. *Revista Segurança e Qualidade Alimentar* Editideias - Edição e Produção Lda.: 2006; Vol. nº01.
9. Eurofins - L'Arbre "Sécurité sanitaire des aliments": Affiche sur les Bonnes Pratiques d'Hygiène, les racines de HACCP. <http://www.eurofins.fr/formationconseil/documentation/documents-et-liens/haccp/arbre-haccp.aspx> (accessed 2013).
10. Mortimore, S., An example of some procedures used to assess HACCP systems within the food manufacturing industry. *Food Control* **2000**, *11* (5), 403-413.
11. Baptista, P.; Venâncio, A., Os perigos para a segurança alimentar no processamento de alimentos. 1ª Edição. Forvisão: Guimarães, 2003.

12. McSwane, D. Z.; Rue, N. R.; Linton, R., *Essential of Food Safety & Sanitation*. Third Edition ed.; Prentice Hall: 2001.
13. Sumol+Compal: Estudo HACCP - M0122. Rev. 01. v13. Almeirim, Julho de 2013.
14. Panisello, P. J.; Quantick, P. C., Technical barriers to Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). *Food Control* **2001**, *12* (3), 165-173.
15. Sumol+Compal: Classificação de probabilidade/frequência e gravidade/severidade de ocorrências, emergências e crises e critérios risco/significância - D0022. Rev.07. Almeirim, Maio de 2013.
16. Sperber, W. H., Auditing and verification of food safety and HACCP. *Food Control* **1998**, *9* (2-3), 157-162.
17. Scott, V. N., How does industry validate elements of HACCP plans?. *Food Control* **2005**, *16* (6), 497-503.
18. CAC, Codex Alimentarius Commission. Guidelines for the validation of food safety control measures. CAC/GL 69-2008.
19. FSIS, Food Safety and Inspection Service of U.S. Department of Agriculture. Compliance Guideline HACCP Systems Validation. Washington, 2013.
20. ISO, International Organization for Standardization. ISO 7870: Control Charts - General Guide and Introduction. 1993.
21. ISO, International Organization for Standardization. ISO 8258: Shewhart control charts. 1991.
22. Pereira, A. M.; Ganhão, F. N., *A Gestão da Qualidade*. 1ª Edição. Editorial Presença: 1992.
23. Fellows, P., *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Second Edition ed.; Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC: 2000.
24. Ramaswamy, H.; Marcotte, M., *Food Processing: Principles and Applications*. Taylor & Francis Group, CRC Press: 2006.
25. Madigan, M. T.; Martinko, J. M.; Stahl, D.; Clark, D. P., *Brock Biology of Microorganisms* Thirteenth Edition ed.; Benjamin Cummings: 2010.